

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



10/030309<sup>3</sup>

REC'D 30 AUG 2000	
WIPO	PCT

DE00/1812

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 30 781.4

**Anmeldetag:** 03. Juli 1999

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Diode mit Metall-Halbleiterkontakt und  
Verfahren zu ihrer Herstellung

**IPC:** H 01 L 29/872

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 13. Juli 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Niesinger

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

5

Diode mit Metall-Halbleiterkontakt und Verfahren zu  
ihrer Herstellung

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Diode mit einem zwischen zwei metallischen Elektroden angeordneten Halbleitersubstrat, das in einer ersten Zone stark  
15 dotiert ist, um einen ohmschen Übergang zu der ersten Elektrode zu bilden, und in einer zweiten Zone mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwach dotiert ist, um einen gleichrichtenden Übergang zu der zweiten Elektrode zu bilden. Derartige Halbleiterdioden,  
20 auch als Schottky-Dioden bezeichnet, sind seit langem bekannt. Sie zeichnen sich durch einen geringen Spannungsabfall in Durchlaßrichtung und eine kurze Ausschalzeit aus, da im Gegensatz zu pn- oder pin-Dioden keine Minoritätsladungsträger abgebaut werden müssen, um einen Stromfluß zum Erliegen zu  
25 bringen.

Figur 4 zeigt ein einfaches Ausführungsbeispiel einer solchen Diode. Über einer hochdotierten Zone 3  
30 befindet eine schwächer dotierte Zone 1. Auf beiden Zonen ist jeweils eine dünne Metallschicht, zum Beispiel aus Aluminium aufgebracht. Die Metallschicht an der Unterseite des Substrats bildet eine

erste Elektrode 6, die mit der darüber liegenden Zone 3 des Halbleitersubstrats in ohmschem Kontakt steht. Die Metallschicht auf der Oberseite des Halbleiters stellt eine zweite Elektrode 5 dar, die mit der Zone 1 einen Metall-Halbleiterkontakt mit Diodencharakteristik bildet. Die erste Elektrode 6 stellt die Kathode, die zweite Elektrode 5 die Anode der Diode dar.

10 Wird ein solches Bauelement in Sperrrichtung betrieben, so tritt bei einer gewissen Grenzspannung analog zu einem einseitig abrupten pn-Übergang ein starkes Ansteigen des Sperrstroms infolge Lawinenmultiplikation auf. Allerdings sind die Grenzspannungen, bei denen ein solches Ansteigen des Stroms auftritt, meist deutlich kleiner, als man entsprechend der gewählten Dotierung der Zone 1 erwarten würde. Die Abweichung liegt typischerweise bei einem Faktor 3. Der Grund dafür ist, daß an den Kanten der Elektroden 5,6 eine Feldstärke-Überhöhung auftritt. Deshalb beginnt die Lawinenmultiplikation am Rand des Bauelements. Die Folge davon ist, daß Dioden mit dem in Figur 1 gezeigten Aufbau schon unterhalb der Durchbruchsspannung hohe Sperrströme zeigen. Beim Lawinendurchbruch treten hohe Verlustleistungen am Diodenrand auf, da sich der gesamte Durchbruchstrom auf dieses Gebiet konzentriert. Deshalb sind Dioden mit dem in Figur gezeigten einfachen Aufbau als Elemente zur Spannungsbegrenzung nicht geeignet.

Eine bekannte Lösung dieses Problems ist der in Figur 5 gezeigte Aufbau. Dieser ist zum Beispiel aus B.J. Baliga, Power Semiconductor Devices, PWS Pu-

blishing Company, Boston, USA, 1995 bekannt. Hier ist in die n-dotierte Zone 1 zusätzlich eine ringförmig umlaufende p-dotierte Schicht 7 eingebracht. Die Anode 5 ist nun mit Hilfe der in der Planartechnik üblichen Schritte so ausgebildet, daß sie einerseits mit der n-dotierten zweiten Zone 1 und der p-dotierten Schicht 7 kontaktiert ist, und daß andererseits der äußere Rand der Anode 5 auf einer Oxidschicht 8 an der Oberfläche des Halbleitersubstrats zu liegen kommt. Die umlaufende p-dotierte Schicht 7 wird als Guard-Ring bezeichnet. Auf diese Weise wird eine Verringerung der Randfeldstärke erreicht. Der Lawinendurchbruch findet nun nicht mehr bevorzugt am Rand statt, sondern ist gleichmäßig über die Oberfläche der zweiten Zone 1 innerhalb des Guard-Rings 7 verteilt. Da keine lokalen Durchbrüche am Rand bei Spannungen unterhalb der gewünschten Durchbruchs-Grenzspannung auftreten, kann eine Schottky-Diode mit Guard-Ring zur Spannungsbegrenzung verwendet werden.

Die Herstellung einer solchen Diode ist allerdings mit erhöhtem Aufwand verbunden. So ist zum einen die Herstellung einer flachen, schwach dotierten Zone wie der Zone 1 über einer höher dotierten wie der Zone 3 aufwendig, da im allgemeinen hierfür ein Epitaxieverfahren angewendet werden muß. Anschließend muß der Guard-Ring 7 strukturiert und eingebracht werden, und die Oxidschicht 8 muß strukturiert werden, um schließlich die Anode 5 in der gewünschten Form darauf abscheiden zu können.

Vorteile der Erfindung

Durch die vorliegende Erfindung wird eine Diode der eingangs genannten Art geschaffen, die als Spannungsbegrenzer geeignet ist und einfach und preiswert herzustellen ist. Diese Vorteile werden dadurch erreicht, daß bei der erfindungsgemäßen Diode die erste und die zweite Zone durch eine dritte Zone des Halbleitersubstrats getrennt sind, wobei diese dritte Zone mit dem gleichen Leitfähigkeitstyp wie die beiden anderen schwächer als die zweite Zone dotiert ist.

Durch geeignete Wahl der Abmessungen und Dotierungskonzentrationen der einzelnen Zonen läßt sich sicherstellen, daß die Durchbruchsspannung am Übergang von der zweiten Elektrode zur dritten Zone größer ist als zur stärker dotierten zweiten Zone. Infolgedessen ist bei Erreichen der Durchbruchsspannung dieser zweiten Zone die Randfeldstärke an einem die dritte Zone berührenden Rand der zweiten Elektrode kleiner als in ihrem die zweite Zone berührenden Bereich, so daß ein Lawinendurchbruch nur in der zweiten Zone stattfindet.

Der bekannte Guard-Ring und die zu seiner Herstellung erforderlichen Prozeßschritte können deshalb entfallen. Da die Diode nur Zonen vom gleichen Leitfähigkeitstyp benötigt, kommt man mit einem einzigen Dotiermittel aus.

Vorzugsweise sind die Abmessungen und die Dotierungen der Zonen so gewählt, daß die (berechnete) Durchbruchsspannung in einem Kontaktbereich zwischen der zweiten Elektrode und der dritten Zone

mindestens dreimal so groß ist wie zwischen der zweiten Elektrode und der zweiten Zone.

5      Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ist die zweite Zone über die Oberfläche der dritten Zone erhaben, und die zweite Elektrode überdeckt hutförmig die zweite Zone und weist eine die zweite Zone berührende umlaufende Krempe auf. Eine solche Diode kann zum Beispiel in einem Herstellungsverfahren erzeugt werden, bei dem zunächst die zweite Zone auf der gesamten Oberfläche der dritten Zone des Halbleitersubstrats erzeugt und anschließend lokal abgetragen wird, um die Oberfläche der dritten Zone lokal wieder freizulegen.

15      Dieses lokale Abtragen kann ein Ansägen mit einer Kreissäge oder auch ein Maskier- und Ätzverfahren umfassen.

20      Einer zweiten Ausgestaltung zufolge kann die Oberfläche der Diode auch planar und die zweite Zone inselförmig in die dritte Zone eingebettet sein, und die zweite Elektrode ist eben und berührt die dritte Zone in einem Randbereich. Eine solche Diode  
25      kann zum Beispiel durch inselweises Aufbringen eines Dotiermittels auf die Oberfläche des mit der Konzentration der dritten Zone dotierten Halbleitersubstrats und Eindiffundieren des Dotiermittels erzeugt werden.

30      Um den Kontakt zwischen den Elektroden und dem Halbleitersubstrat zu verbessern, ist vorzugsweise wenigstens eine der Elektroden auf einer oxidfreien Oberfläche des Halbleitersubstrats angebracht. Um



das in natürlicher Weise auf einem Halbleiterkristall vorhandene Oxid zu beseitigen, kommen eine Behandlung der Oberfläche durch Sputtern, durch Erhitzen im Ultrahochvakuum oder durch geeignetes Ätzen in Frage. Eine Sputterbehandlung, zum Beispiel mit Argon-Ionen, ist insbesondere dann einfach und zweckmäßig, wenn anschließend die Elektroden ihrerseits auch durch Sputtern von Metall auf das Halbleitersubstrat erzeugt werden sollen.

10

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren.

15 Es zeigen:

Figuren 1, 2 und 3 jeweils Strukturen von erfindungsgemäßen Halbleiterdioden im Querschnitt; und

20

Figuren 4 und 5, auf die bereits eingegangen worden ist

analoge Querschnitte von herkömmlichen Schottky-Dioden.

25

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Diode schematisch im Querschnitt dargestellt. Über einer stark n-dotierten ( $n^+$ ) sogenannten ersten Halbleiterzone 3 der Weite  $W_3$  befindet sich eine schwach dotierte ( $n^-$ ) sogenannte dritte Zone 2 mit der Weite  $W_2$ . Dabei ist die Weite  $W_3$  vorzugsweise kleiner als  $W_2$ .

Dies ist unter Fertigungsgesichtspunkten vorteilhaft, weil es die Erzeugung der ersten Zone durch Eindiffundieren von Dotieratomen von den Oberflächen her in ein  $n^-$ -dotiertes Substrat ermöglicht, wohingegen die Erzeugung einer schwach dotierten dünnen Schicht auf einer stärker dotierten Unterlage die Anwendung von aufwendigen Epitaxialverfahren erfordern würde.

10 Über der Zone 2 befindet sich eine mittelstark  $n$ -dotierte ( $n$ ) sogenannte zweite Zone 1 mit der Weite  $W_1$ . Diese stellt zusammen mit der dünnen Metallschicht der Anode 5 den eigentlichen Schottky-Kontakt der dargestellten Diode dar. Die Zone 1 ist  
15 in ihrer Weite und Dotierung so ausgelegt, daß eine gewünschte Sperrspannung  $U_Z$  erreicht wird.

An allen Rändern des Substrats ist eine Vertiefung 4 mit der Tiefe  $T$  eingeschnitten. Diese Vertiefung  
20 quert die zweite Zone 1 und reicht jeweils bis zur schwach  $n$ -dotierten dritten Zone 2. Die Anode 5 erstreckt sich in Form eines Hutes über die gesamte Oberfläche der Zone 1 und ihre vertikalen Seitenflanken 9 im Bereich der Vertiefungen 4. Die in den  
25 Vertiefungen 4 freigelegte Oberfläche der dritten Zone 2 ist durch die Krempe 10 des Hutes überdeckt.

Eine Metallisierungsschicht an der Unterseite der zweiten Zone 3 bildet eine Kathode 6 der Diode.

30

Die im Bereich der Vertiefungen 4 reduzierte Weite  $W_{R2}$  und die Dotierung der schwach  $n$ -dotierten dritten Zone 2 sind so gewählt, daß sich für den direkten Übergang zwischen der Anode 5 und der dritten

- Zone 2 eine Durchbruchsspannung  $U_{ZR}$  ergibt, die mindestens dreimal so groß ist wie die Durchbruchsspannung  $U_Z$  von der Anode 5 zur zweiten Zone 1. Aus diesem Grund ist, wie bereits erläutert, die Feldstärke im Randbereich, das heißt an der Krempe 10 und im Bereich der Seitenflanken 9, kleiner als in der Mitte der Anode, und der Lawinendurchbruch bleibt auf die zweite Zone 1 beschränkt.
- 10 Da außerdem anders als bei einer pn-Diode der wesentliche Anteil des Sperrstroms einer Schottky-Diode durch die Barrierenhöhe (thermionic current) bestimmt ist und die Barrierenhöhe außerdem von der Sperrspannung abhängt (Verringerung der Barriere
- 15 infolge von Spiegelladungen) ist der Sperrstrom am Rand der Anode 5 am Übergang zur dritten Zone 2 sogar kleiner als im mittleren Bereich an der zweiten Zone 1.
- 20 Die in der Figur gezeigte Diode ist in folgender Weise herstellbar. Ausgehend von einem homogen  $n^-$ -dotierten Halbleitersubstrat werden in die oberflächennahen Schichten des Substrats Dotieratome eingebracht. Diese Einbringung kann zum Beispiel durch
- 25 Belegung der Oberflächen mit den Dotieratomen und anschließendes Eindiffundieren, wodurch eine Konzentrationsverteilung mit Gaußprofil erhalten wird, oder auch durch Ionenimplantation erfolgen. Auf diese Weise wird ein Halbleitersubstrat mit zwei
- 30 aufdotierten Oberflächenzonen, die den späteren Zonen 1 und 3 der fertigen Diode entsprechen, und einer Mittelzone mit unveränderter Dotierungskonzentration entsprechend der dritten Zone 2 erhalten.

In einem darauf folgenden Schritt wird die schwächer dotierte der beiden Oberflächenzonen lokal abgetragen, bis die dritte Zone, deren Dotierungskonzentration unverändert geblieben ist, freiliegt.

- 5 Dieses lokale Abtragen kann zum Beispiel mit Hilfe einer Kreissäge durchgeführt werden, mit der eine Vielzahl von Rillen in die Oberfläche des Substrats geschnitten werden, zwischen denen inselförmig erhabene Bereiche mit höherer Dotierung stehenbleiben.
- 10

Um die Eigenschaften des auf dieser Oberfläche aufzubringenden Schottky-Kontaktes zu verbessern, kann sich an das Sägen eine Anätzung der Halbleiteroberfläche anschließen. Dadurch wird die durch das Einsägen in ihrer Kristallstruktur gestörte Oberfläche abgetragen, und darunterliegende, unversehrt gebliebene Bereiche des Kristalls werden freigelegt.

15

- 20 Das Erzeugen der Vertiefungen kann auch mit anderen Verfahren wie etwa naßchemischem Ätzen oder Gasphasenätzen unter Verwendung einer entsprechenden Maskierungstechnik bewerkstelligt werden.

- 25 Vor dem Aufbringen der Elektroden 5 und 6 kann zusätzlich eine geeignete Oberflächenbehandlung des Substrats, zum Beispiel Ätzen in Flußsäure (HF) oder Ausheizen im Ultrahochvakuum durchgeführt werden, um das natürlicherweise auf der Substratoberfläche immer vorhandene Oxid zu beseitigen und so
- 30 bessere Oberflächeneigenschaften für den Schottky-Kontakt zu schaffen.

Anschließend wird das Substrat auf beiden Oberflächen mit einer Metallschicht versehen. Hierfür wird vorzugsweise ein Sputterverfahren eingesetzt, da dies vor der Metallabscheidung ein Absputtern der natürlichen Oxidschicht in situ, zum Beispiel mit Argonionen, erlaubt. Nach dem Abscheiden der Metallschichten erfolgt das übliche Zerlegen des Substrats in einzelne Bauelemente. Hierzu wird wie zum lokalen Abtragen vorzugsweise eine Kreissäge eingesetzt, mit der das Substrat jeweils in der Mitte der zuvor eingesägten Vertiefungen auseinandergeschnitten wird (Dicing). Das Sägeblatt zum Zerlegen des Substrats ist deutlich schmaler als das Sägeblatt, das zum Einsägen der Vertiefungen 4 verwendet wird. Nach dem Zerlegen des Substrats erhält man die in Figur 1 im Querschnitt dargestellte Struktur.

Als konkretes Zahlenbeispiel soll auf die Herstellung einer Schottky-Diode aus Silicium mit einer Begrenzungsspannung von 48 Volt eingegangen werden. In ein Substrat mit einer homogenen Dotierung von  $1,8 \times 10^{15}/\text{cm}^3$  und einer Waferdicke  $W1 + W2 + W3$  von  $120 \mu\text{m}$  werden die Dotierstoffe in die Zone 1 (Vorderseite) und 3 (Rückseite) mittels Belegung und Diffusion eingebracht. Es werden so gaußförmige Dotierungsprofile in den Zonen 1 und 3 erhalten. Für die n-dotierte zweite Zone 1 wird eine Oberflächenkonzentration von  $1,075 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ , für die n<sup>+</sup>-dotierte erste Zone 3 eine Oberflächenkonzentration von  $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$  gewählt. Die Diffusionslänge beträgt in beiden Fällen  $17 \mu\text{m}$ . Die Tiefe T der die zweite Zone 1 ringsum umgebenden Vertiefung 4 beträgt  $35 \mu\text{m}$ . Die Breite der Vertiefung 4 vor dem

Vereinzeln der einzelnen Bauelemente beträgt ca. 100  $\mu\text{m}$ . Die Elektroden 5 und 6 bestehen jeweils aus einem lötbaren Schichtsystem mit Schichten aus Cr, NiV und Ag mit Schichtdicken von etwa 80,150 beziehungsweise 80 Nanometer. Beim Trennen der Dioden voneinander wird ein schmales Sägeblatt von zum Beispiel 40  $\mu\text{m}$  Breite eingesetzt, so daß die Vertiefung 4 und die darin freigelegte, mit Metall bedeckte Oberfläche der dritten Zone 2 erhalten bleibt.

Eine Oberfläche, an der inselförmige zweite Zonen 1 durch dazwischenliegende Bereiche der dritten Zone 2 getrennt sind, kann auch durch eine planare Strukturierung erzielt werden. Ein Ausführungsbeispiel ist in Figur 2 gezeigt. Hier haben die n-dotierte zweite Zone 1 und die n<sup>-</sup>-dotierte dritte Zone 2 eine gemeinsame plane Oberfläche, auf der die Anode 5 die gesamte zweite Zone 1 und, in ihren Randbereichen 11, einen Teil der Oberfläche der dritten Zone 2 abdeckt. Die Wirkungsweise dieser Ausgestaltung ist die gleiche wie im Fall der Figur 1. Die Dotierungsprofile für die Zonen 1 und 3 können wie oben in Verbindung mit Figur 1 beschrieben gewählt sein. Dabei kann die Weite der schwach dotierten Zone sogar noch etwas kleiner gewählt werden (für eine Durchbruchsspannung  $U_Z$  von 48 Volt muß  $W_1 + W_2$  größer als 8  $\mu\text{m}$  sein.) Wichtig ist, daß die Anode 5 in alle Richtungen über die seitliche Ausdiffusion der zweiten Zone 1 hinausragt, so daß die Randbereiche 11 einen die zweite Zone 1 vollständig umlaufenden Ring an der Oberfläche der dritten Zone 2 bilden.

Ein drittes Beispiel einer erfindungsgemäßen Schottky-Diode ist in Figur 3 dargestellt. Sie entspricht weitgehend der Ausgestaltung aus Figur 2; zusätzlich ist noch eine Isolatorschicht 8, zum Beispiel aus  $\text{SiO}_2$ , am Rand des Halbleitersubstrats vorhanden, auf die sich der Rand der Anode 5 erstreckt. Deshalb kommt bei dieser Ausgestaltung zu der Feldstärkereduzierung durch die hochohmige dritte Zone 2 am Rand zusätzlich noch der Effekt einer Feldplatte hinzu.

Die hier beschriebenen Dioden und Herstellungsverfahren, insbesondere diejenigen nach Figur 1, eignen sich für die Herstellung von Dioden mit Silicium, insbesondere aber auch mit Siliciumcarbid als Halbleitermaterial. Derartige SiC-Dioden sind für den Einsatz bei hohen Temperaturen und hohen Spannungen ( $> 50$  Volt) von besonderem Interesse. Bei derartigen Spannungen sind herkömmliche Dioden aus Silicium aufgrund ihrer hohen Sperrströme und Sperrverluste nur schwer einsetzbar. Siliciumcarbid ist hier aufgrund seiner niedrigen Diffusionskoeffizienten von Dotieratomen als Halbleitermaterial besser geeignet. Diese niedrigen Diffusionskoeffizienten erschweren aber gleichzeitig die Verarbeitung dieses Materials, denn sie erschweren oder verhindern ein Dotieren durch Aufbringen eines Dotiermittels auf die Oberfläche des Halbleitersubstrats und Eindiffundieren desselben. Zur Herstellung einer Schottky-Diode aus Siliciumcarbid mit der in Figur 1 gezeigten Struktur werden deshalb die Zonen 2 und 1 mittels Epitaxie auf ein SiC-Substrat aufgebracht. Die Erzeugung der Vertie-

funken 4 kann dabei zum Beispiel mittels Trockenätzen auf Basis von fluorhaltigen Gasen erfolgen.



**Patentansprüche**

5

1. Diode mit einem zwischen zwei metallischen Elektroden (5,6) angeordneten Halbleitersubstrat, das in einer ersten Zone (3) stark dotiert ist, um einen ohmschen Übergang zu der ersten Elektrode (6) zu bilden, und in einer zweiten Zone (1) mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwach dotiert ist, um einen gleichrichtenden Übergang zu der zweiten Elektrode (5) zu bilden, dadurch gekennzeichnet, daß beide Zonen (1,3) durch eine dritte Zone (2) des Halbleitersubstrats getrennt sind, die mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwächer als die zweite Zone (1) dotiert ist, und daß die zweite Zone (1) zwischen der zweiten Elektrode (5) und der dritten Zone (2) eingeschlossen ist.

20

2. Diode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchbruchsspannung zwischen der zweiten Elektrode (5) und der dritten Zone (2) wenigstens dreimal so hoch ist wie zwischen der zweiten Elektrode (5) und der zweiten Zone (1).

25

3. Diode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) über die Oberfläche der dritten Zone (2) erhaben ist, daß die zweite Elektrode (5) hutförmig die zweite Zone (1) überdeckt und eine die dritte Zone (2) berührende umlaufende Krempe (10) aufweist.

30

4. Diode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) planar und insel-  
förmig an der Oberfläche der dritten Zone (2) aus-  
gebildet ist, und daß die zweite Elektrode (5) eben  
5 ist und in einem Randbereich (11) die dritte Zone  
(2) berührt.

10 5. Diode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß eine Isolatorschicht  
(8) auf der Oberfläche der dritten Zone (2) die  
zweite Zone (1) umgebend ausgebildet ist, und daß  
die zweite Elektrode (5) mit ihrem Rand die Isola-  
torschicht (8) berührt.

15 6. Diode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der  
Elektroden (5,6) auf einer oxidfreien Oberfläche  
des Halbleitersubstrats angebracht ist.

20 7. Diode nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat  
Si oder SiC ist.

25 8. Verfahren zum Herstellen einer Diode, insbeson-  
dere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-  
durch gekennzeichnet, daß an einer Oberfläche einer  
dritten Zone (2) eines Halbleitersubstrats, das eine  
stark dotierte erste Zone (3) und die dritte Zo-  
ne (2) mit schwacher Dotierung und gleichem Leitfä-  
30 higkeitstyp umfaßt, eine zweite Zone (1) mit glei-  
chem Leitfähigkeitstyp und stärkerer Dotierung als  
der der dritten Zone (2) erzeugt und auf der Ober-  
fläche eine metallische Elektrode (5) abgeschieden

wird, die die zweite Zone (1) zwischen sich und der dritten Zone (2) einschließt.

5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) auf der gesamten Oberfläche der dritten Zone (2) erzeugt und anschließend lokal abgetragen wird, um die dritte Zone (2) lokal wieder freizulegen.

10 10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Zone (1) durch epitaxiales Schichtwachstum erzeugt wird.

15 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das lokale Abtragen ein Ansägen mit einer Kreissäge umfaßt.

20 12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das lokale Abtragen ein Maskieren und Ätzen umfaßt.

25 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5,6) durch Sputtern abgeschieden werden.

30 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Halbleitersubstrats vor dem Abscheiden der Elektroden (5,6) durch Sputtern oxidfrei gemacht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat vor dem Abscheiden der Elektroden (5,6) im Ul-

trahochvakuum erhitzt wird, um seine Oberfläche von Oxid zu befreien.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15,  
5 dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleitersubstrat vor dem Abscheiden der Elektroden (5,6) geätzt wird.

### Zusammenfassung

5

Eine Diode umfaßt ein zwischen zwei metallischen Elektroden (5,6) angeordnetes Halbleitersubstrat mit einer stark dotierten ersten Zone (3), die einen ohmschen Übergang zu der ersten Elektrode (6) bildet, eine mit gleichem Leitfähigkeitstyp schwach dotierte zweite Zone (1), die einen gleichrichtenden Übergang zu der zweiten Elektrode (5) bildet, und eine dritte Zone (2), die mit gleichen Leitfähigkeitstyp schwächer als die zweite Zone (3) dotiert ist, wobei die dritte Zone (2) die erste und die zweite (1,3) voneinander trennt und die zweite Zone (1) zwischen der zweiten Elektrode (5) und der dritten Zone (2) eingeschlossen ist.

20 Figur 1

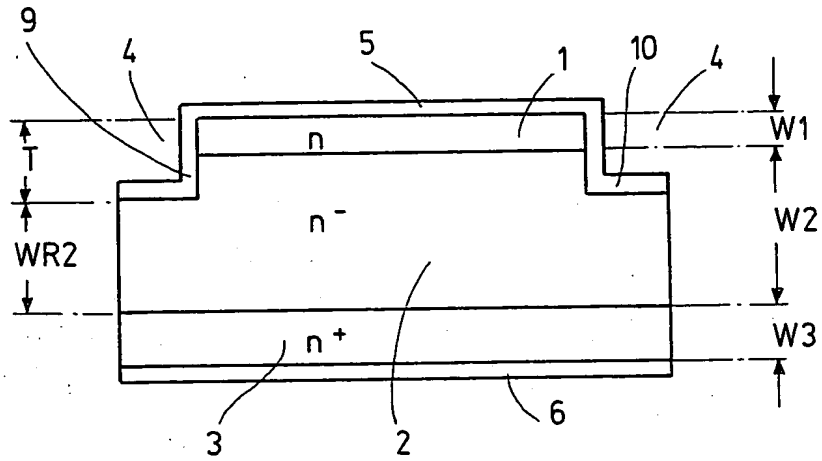


Fig. 1

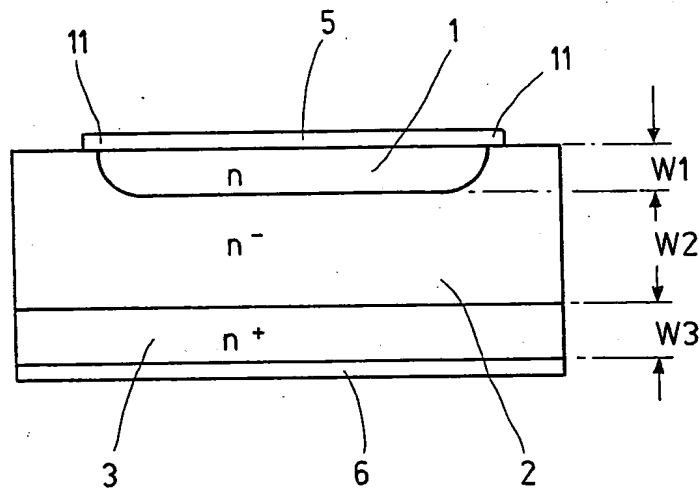


Fig. 2

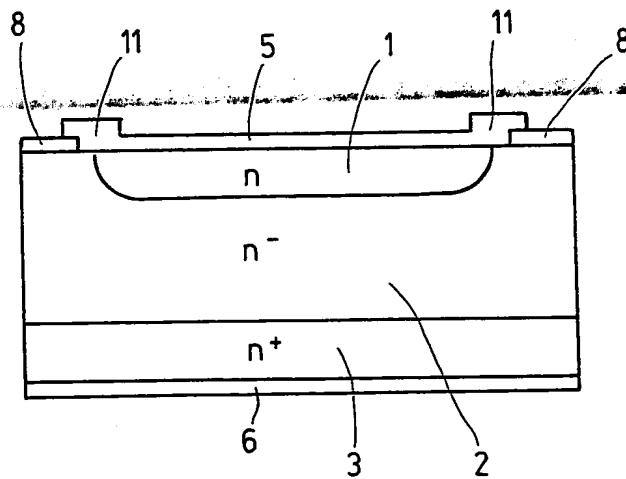
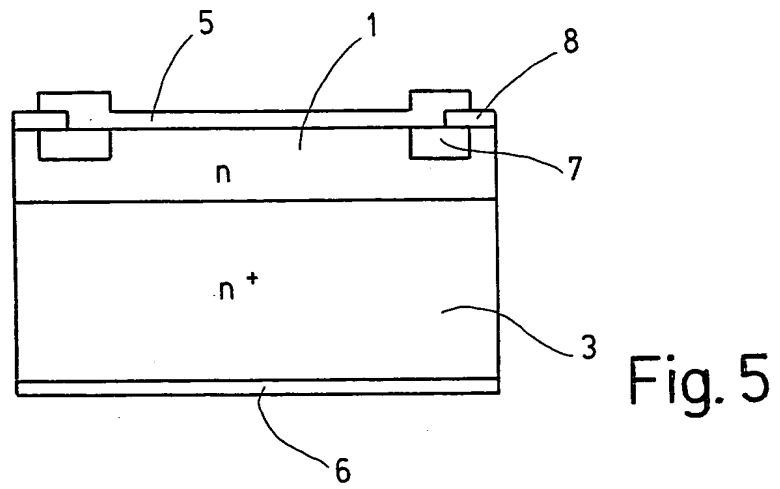
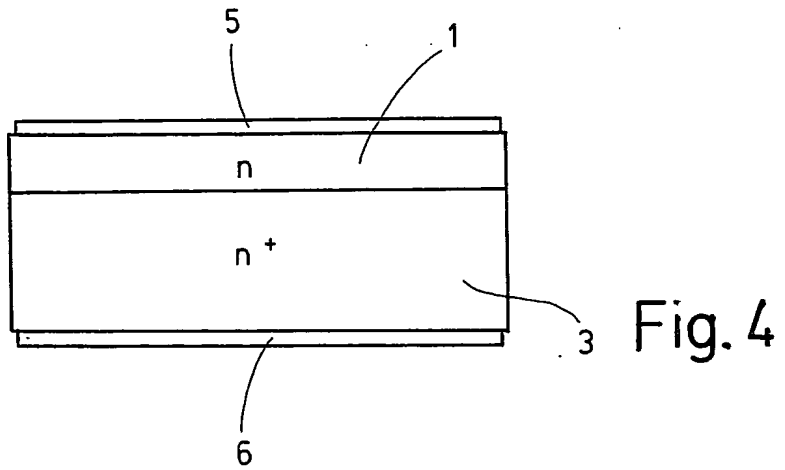


Fig. 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**